



TITLE:

会話によるネットワークの相互変化(生命・進化・ゲーム,基研長期研究会「複雑系4」)

AUTHOR(S):

CITATION:

会話によるネットワークの相互変化(生命・進化・ゲーム,基研長期研究会「複雑系4」). 物性研究 1996, 66(5): 956-962

ISSUE DATE:

1996-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/95900>

RIGHT:

会話によるネットワークの相互変化

Graduate School of Human Informatics, Nagoya University
J. N. Yoshimoto

Poster images (Temporary page): <http://133.6.144.67:8001/Member/yos-sj.html>
e-mail address: gba02073@niftyserve.or.jp

§ イントロダクション

記号や意味のやり取りの奥底には何が流動しているのだろうか？ここでは記号や意味のやり取りを会話と定義する。意味を形成しない会話を研究するのも非常に有効であろうと思われるが、今回は意味を形成する会話を研究した。「意味のある会話」とは何か、読者により大きく異なる受け取り方をする事もあると予想されるので、ここで筆者は以下の2条件を満たす場合と仮定する。

条件 1 :

異なる情報を持つオブジェクト間での理解され得る情報の相互交信を行う。

条件 2 :

情報を持つオブジェクトは、動的な変化が可能である。

ここでのオブジェクトとは人間やイルカに限らず、特に限定しない。

条件 1 には非常に曖昧な表現が含まれるので説明を追加する。「理解され得る」とは、話し手の発話したシンボル内容を聞き手は意味付けて受け取る行為が客観的視野から観測される場合を示す。海や岩に話しかけても、一般的にそれは「意味のない会話」として識別することが可能であり、何故ならば海や岩が意味付けて受け取る行為が客観的な視野から観測された例が無いからである。英語を知らない日本人に英語で話しかけても(但し表情やジェスチャーや言葉の抑揚等は無視する)、その日本人は一般的に理解不能として識別することが可能であり、これは「意味のない会話」のカテゴリーに入れても良いと思われる。また、日本語を理解する同一の記憶と同一の会話特性を持ち、既に判りきった情報をやり取りする i ($i \geq 2$ の整数)者間の会話も「意味のない会話」のカテゴリーに入れる。

同様に条件 2 を補足説明すると、日本語を理解する異なる記憶と会話特性を持ち、お互いに未知の情報をやり取りする i 者間の会話でも、相手の話に対して反応が無い(極端な例を挙げれば、異なるチャンネルに設定し、向かい合わせにしておいた2台のTV、お互いに相手の話を聴く気持ちが皆無のまま続けられる夫婦喧嘩等)ならば、それも「意味のない会話」のカテゴリーに入れても良いと思われる。話し手の内容に合わせた動的な会話を産み出すシステムを客観的な視野から観測することができ、我々人類に理解が可能なスクリプトで書き下せる場合、条件 2 を満たすものとする。

今回は、以上の条件を満たすことの可能な最小限のモデルを構成し、客観的視野からの考察を行い、前述の記号や意味のやり取りの奥底には何が存在するのかを報告したい。

§ シミュレート

モデル：

前述の「意味のある会話」を実行するために必要最小限なモデルを考案した (Fig.1 参照)。会話の主体であるオブジェクトは、情報を意味ネットワーク^[1]的にアレンジした方法で保有している。オブジェクトは意味ネットワーク的なノード関連性を示したリンク値群、発話器、受話器、最適化器という要素から成る。オブジェクト間は有限の情報径路で結ばれている。

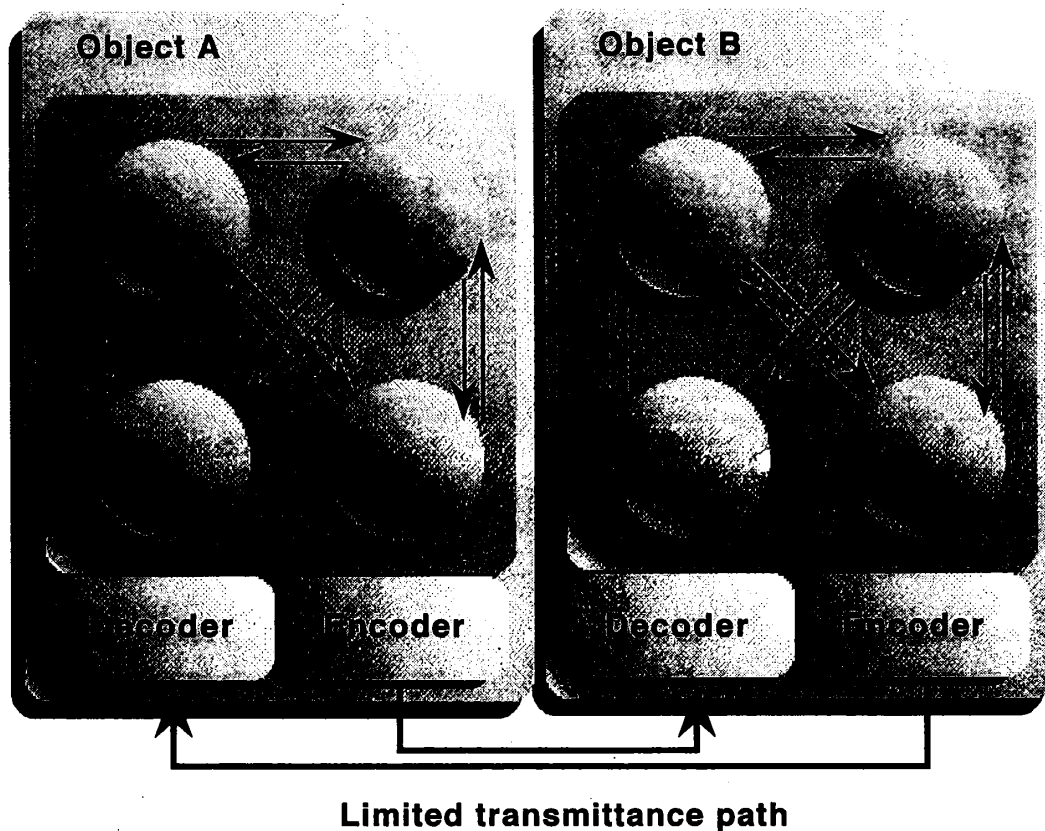


Fig.1 オブジェクトモデル

ここでオブジェクトの会話活動を支える4種の構成要素の詳細を説明する。

1:意味ネットワーク (Semantic memory network)

n 個のノードと $n(n-1)$ 個のリンクを持つ。ノードは意味シンボルを現わし、リンクは意味シンボル間の結びつきの強さ(多段階で表現される)を意味する。

ここでの意味ネットワークはリンク値の集合体である。今回の報告ではリンク値は実数ではなく、0-255の256段階の整数を用いた。また、ノードは16種類に固定した。($n=16$)

2:発話器(encoder)

複雑な意味ネットワークの情報を、一般的に非可逆的に簡素な情報に変換し、

「外界」に向かって放つパロールの役割を担う。今回は、ノードのつながり方の最も強いものを常に発話するType P(Positive: 転じて「正直者」)、最も弱いものを常に発話するType N(Negative: 転じて「天邪鬼」)の2タイプを用意した。(Fig.2参照)

3:受話器(decoder)

伝達された簡素な情報を、自らの意味ネットワークと照合するパロールの役割を担う。情報が異なっていた場合は最適化器を呼び出し、「外界」の情報に合わせて自らの意味ネットワークを変更する。「相手の情報を真とし、自らを真に合わせる」モデルであり、擬人的に表現するならば極めて「従順」なモデルである。(この基本的なモデルでは多段階の推論過程を構成することは不向であるので、それとは逆に教義主義的な振る舞いを意識してモデルを組み立てた。)

4:最適化器(dogma optimizer)

なるべく他のリンク関係性に影響を与えないように、かつ全リンク値の和を変更せず、特定のリンク値だけを大きくする手続き群。3種類(I,II, and III)用意した。それらの種類間ではアルゴリズムが異なるだけで、機能的にはほとんど同じである。(Fig.2参照)

会話条件：

会話は2オブジェクト間で行わせ、意味ネットワークの初期リンク値はランダムに置いた。つまり概念的には、同じ単語を使うが各オブジェクトにとってその単語の意味は異なるという、2オブジェクトの会話であると思われる。

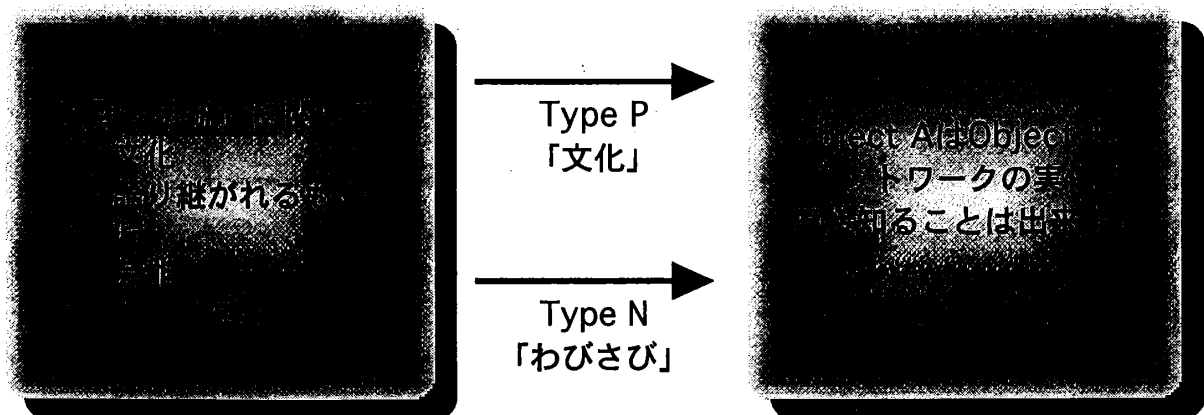


Fig.2 発話過程概要

便宜上、ノードに名前を与える。話手側のオブジェクトAでは「伝統」ノードから他の6ノードへのリンクが張られている。その強度は「文化」ノードへのリンクが最も強く、反対に「わびさび」ノードへのリンクが最も弱い。オブジェクトAがType Pならば「文化」を情報として発信し、また反対にType Nならば「わびさび」を情報として発信する。オブジェクトのTypeは会話中で変化することはない。

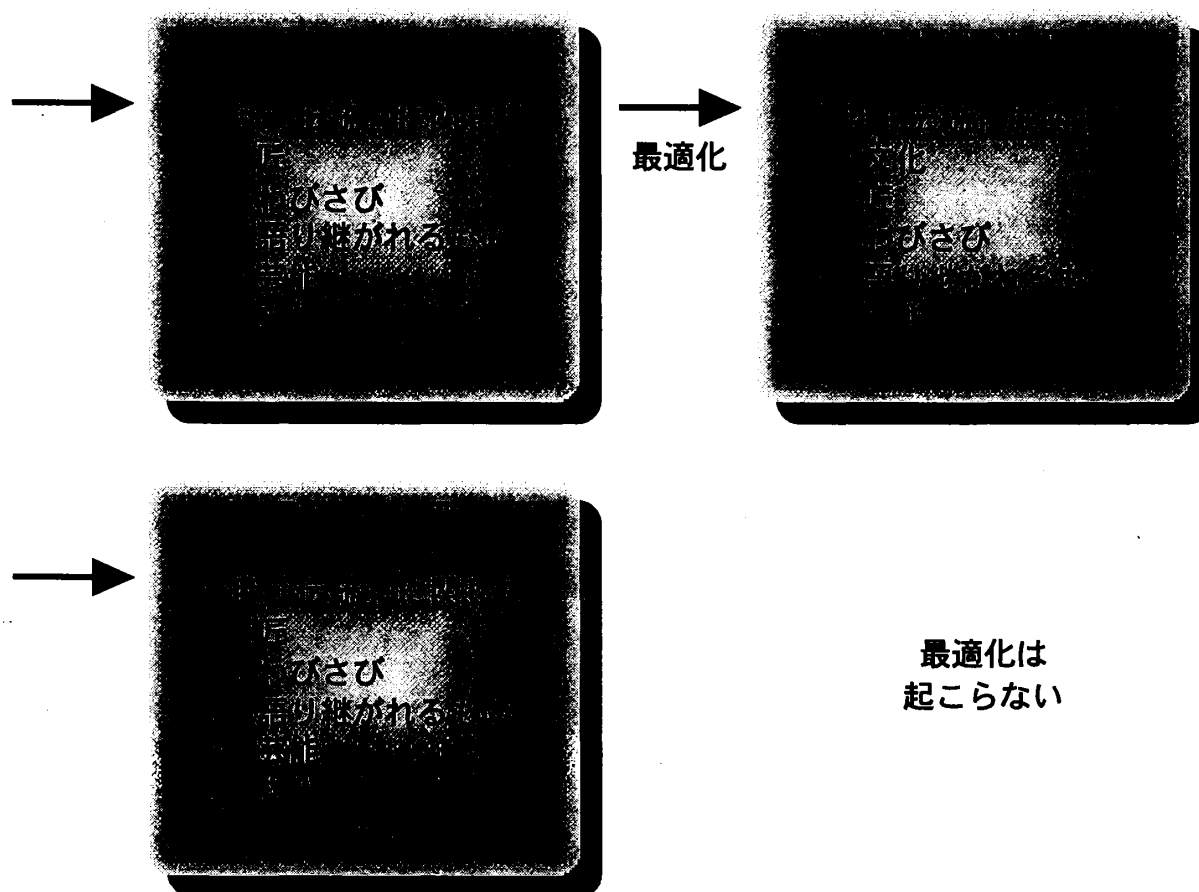


Fig.3 受話過程、最適化過程概要

聞手側のオブジェクトBでは、外界から受け取った情報「文化」を自らのネットワークの状態と比較する。もし、自らのネットワークの状態と等しく無いならば(上段)最適化器によって自らのネットワークの状態を修正する。逆に等しいならば(下段)最適化は起こらず、そのネットワークの状態を維持する。

会話手順詳細：

- 1: 2つのオブジェクトの内、1つを発話側、もう1つを受話側とする。
- 2: 特定のノードを決め、「現在の会話主題」とする。
- 3: 発話側は「現在の会話主題」に関する「情報」を発話する。
- 4: 受話側は発話側の「情報」を受け取る。「現在の会話主題」と受け取った「情報」に関して自らの意味ネットワーク状態と比較し、場合によっては最適化器に従って自らの意味ネットワーク状態を変更する。
- 5: 受け取った「情報」を次の「現在の会話主題」にし、発話側と受話側の役割を入れ替え3:に戻る。

§ 結果

タイプ(TypeN, TypeP)、最適化器(I, II, and III)を種々組み合わせて会話を行わせた。また、最適化を伴う意味のある会話(significant talks)回数もカウントした。

n 個のノードからなる意味ネットワークの場合は、 n 回の意味の無い会話(gibberish

talks)が続くと上述5.の過程を打ち切り、その組み合わせによる会話を終了させた。

各オブジェクトの会話前後間やオブジェクト間の評価には、それぞれの意味ネットワークの距離で比較した。評価に用いた意味ネットワーク間の距離の算出は以下の式を用いた。

$$d(S1A - S2A) = \left(\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (S1A_{ij} - S2A_{ij})^2 \right)^{1/2}$$

この式は、会話を行うペアのオブジェクト間の6種の関係性を示すのに用いられた(Fig.4 参照)。結果はTable1に示した。

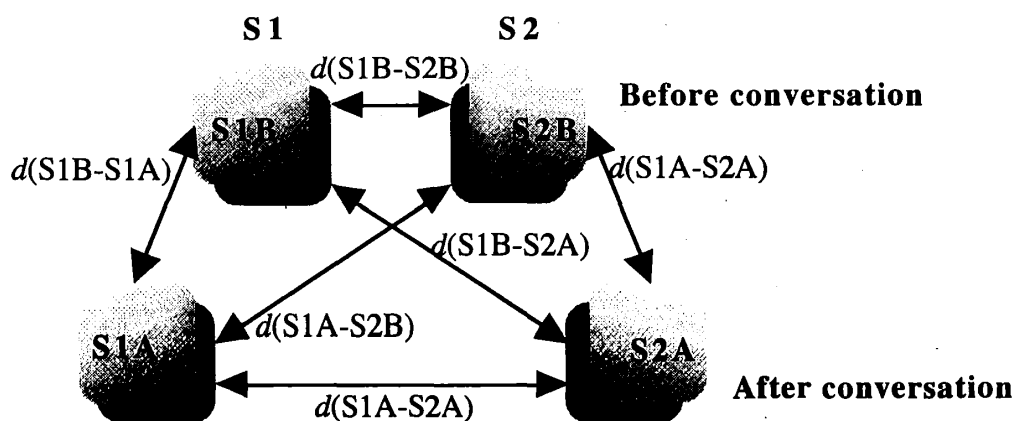


Fig.4 意味ネットワーク間の距離の定義

Table 1. 意味のある会話回数及び各距離

Conversation type	Rules of optimization	Number of significant talks	$d(S1A-S2A)$	$d(S1B-S1A)$	$d(S2B-S2A)$	$d(S1B-S2A)$	$d(S1A-S2B)$
P-P	I	5.14 ± 2.21	101.8 ± 4.0	12.9 ± 6.0	14.5 ± 5.8	102.7 ± 4.0	102.9 ± 4.0
	II	5.40 ± 2.36	101.9 ± 4.0	13.8 ± 6.4	15.5 ± 6.2	102.8 ± 4.0	103.0 ± 4.0
	III	5.25 ± 2.24	101.8 ± 4.0	13.2 ± 6.2	14.8 ± 5.9	102.8 ± 4.0	103.0 ± 4.0
P-N	I	7.50 ± 4.74	104.6 ± 4.0	15.8 ± 7.3	18.7 ± 8.3	102.5 ± 4.0	106.5 ± 4.4
	II	8.06 ± 5.61	104.7 ± 3.9	17.0 ± 8.2	20.4 ± 9.5	102.6 ± 4.0	106.7 ± 4.5
	III	7.87 ± 5.38	104.6 ± 3.9	16.2 ± 7.8	19.4 ± 9.1	102.5 ± 3.9	106.6 ± 4.5
N-P	I	7.48 ± 4.70	105.0 ± 3.9	17.8 ± 8.7	16.9 ± 7.1	106.8 ± 4.4	102.7 ± 4.0
	II	7.97 ± 5.55	105.1 ± 3.9	19.3 ± 9.9	18.1 ± 7.9	107.0 ± 4.5	102.8 ± 3.9
	III	7.80 ± 5.34	105.0 ± 3.9	18.4 ± 9.5	17.3 ± 7.5	106.9 ± 4.5	102.7 ± 3.9
N-N	I	6.61 ± 3.18	108.9 ± 4.5	15.1 ± 6.4	16.3 ± 6.2	106.6 ± 4.1	106.3 ± 4.1
	II	7.19 ± 3.82	109.2 ± 4.8	16.4 ± 7.1	17.7 ± 6.8	106.8 ± 4.2	106.4 ± 4.2
	III	6.92 ± 3.53	109.1 ± 4.7	15.6 ± 6.7	16.8 ± 6.5	106.7 ± 4.1	106.4 ± 4.1

初期値の $d(S1B-S2B)$ は同じ初期値セットを用いたので等しく 103.9 ± 4.0 である。すべての結果は4352種の初期値セットから導き出された平均値である。

Type N - Type P、Type P - Type Nの会話でsignificant talksの多い原因は、自分がついた嘘に自分が騙され、收拾をつけるまでに時間がかかるためである。

Type P(正直者)よりもType N(天邪鬼)の方が会話前後の自らの状態変化 $d(SB-SA)$ が多いのはそのためである。

§ 考察

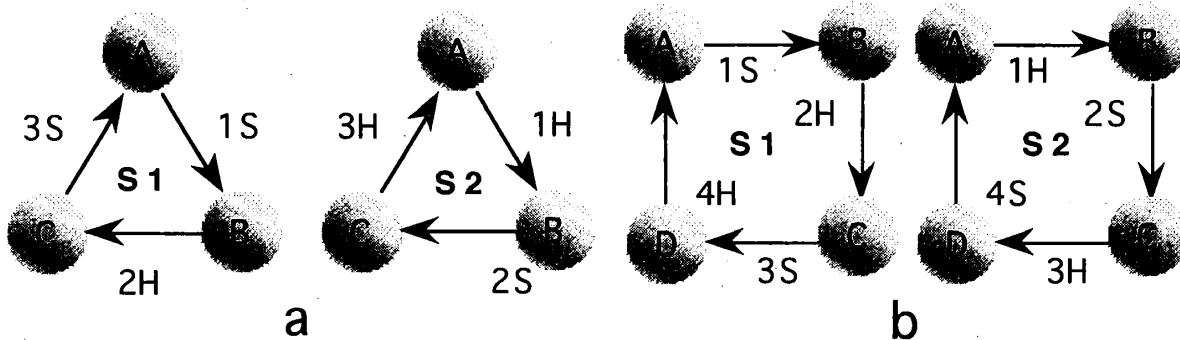


Fig.5 Type P - Type P 間での会話

奇数ノード間(a)、偶数ノード間(b)を問わず、会話をループさせることが可能である。矢印に付属しているキャプションの数字は会話のステップ数を示し、Sは話手側、Hは聞手側を各々示している。S1、S2はオブジェクトを示し、A、B、Cは各オブジェクトが認識している共通のシンボルである(ノードに相当する)。

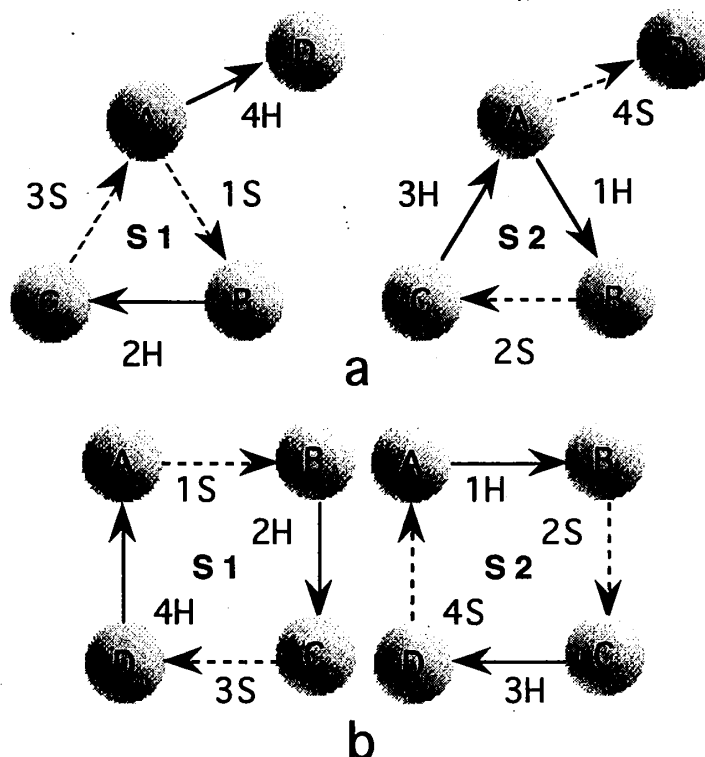


Fig.6 Type N - Type N 間での会話

奇数ノード間(a)ではループは閉じる事が出来ない。偶数ノード間(b)のみ調和的に騙し合うループが発生する。実線矢印はリンクの最高値を意味し波線矢印はリンクの最低値を意味する。

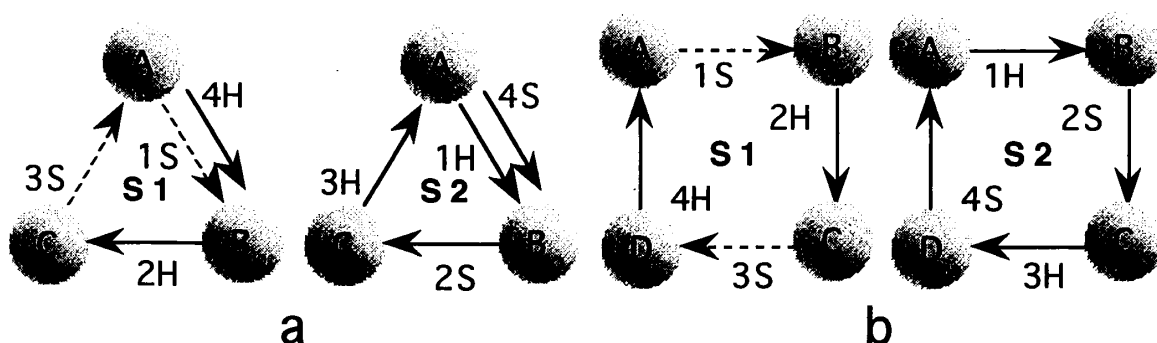


Fig.7 Type N - Type P 間での会話

S1がType N、S2がType Pである。奇数ノード間(a)では自分のついた嘘に自分が騙される「嘘フィードバック」が発生し、偶数ノード間(b)では騙し通し続けるループが発生する。

2者間でかつ交互に会話を行うというモデルの特殊性故に、会話はトポロジーを有していた(Fig. 5, 6, 7 参照)。

得点づけや高次の教師抜きで、かつ落ち着くべき最終形態は初期状態から決定されているモデルではあるが、情報伝達に必要な戦略や複雑さを隠喩的に持っているように思われる。今後はノード数の変更、多者間の会話での方言の発現、また発話器、受話器、最適化器を考え直し、自発的な dogma から mathema への進化過程等を探究したい。

§ 文献

[1] M. Ross Quillian, p.227-270 in *Semantic information processing*, ed. by Marvin Minsky, (The MIT press, 1968).